

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-293910  
(43)Date of publication of application : 21.10.1994

---

(51)Int.Cl. C21D 8/02  
C22C 38/00  
C22C 38/04

---

(21)Application number : 05-080945 (71)Applicant : NIPPON STEEL CORP  
(22)Date of filing : 07.04.1993 (72)Inventor : FUKUDA SHUJI

MIZUNO HIROYUKI  
ASO TOSHIMITSU  
YAMAZAKI KAZUMASA

---

## (54) PRODUCTION OF HIGH STRENGTH HOT ROLLED STEEL PLATE EXCELLENT IN BORE EXPANDABILITY AND DUCTILITY

### (57)Abstract:

PURPOSE: To stably produce a high strength hot rolled steel plate excellent in bore expandability and ductility by successively applying hot rolling, cooling, and coiling to a steel slab with specific composition under respectively specified conditions and forming a specific structure.

CONSTITUTION: A steel, having a composition consisting of, by weight, 0.01–0.08% C, 0.30–1.50% Si, 0.50–2.50% Mn, ≤0.03% P, ≤0.005% S, and balance Fe with inevitable impurities, is hot-rolled at a temp. not lower than the Ar<sub>3</sub> transformation point, successively cooled down to 650–700° C at ≥20° C/sec cooling rate, air-cooled at this temp. for 2–1 5sec, water-cooled again, and coiled at 350–600° C, by which the steel is formed into a structure consisting of ≥90% ferrite and the balance bainite. Further, one or ≥2 kinds among 0.010–0.040% Nb, 0.010–0.150% Ti, and 0.0005–0.0100% Ca can be incorporated.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-293910

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
C 21 D 8/02  
C 22 C 38/00  
38/04

識別記号 庁内整理番号  
A 7412-4K  
301 W

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全6頁)

(21)出願番号 特願平5-80945

(22)出願日 平成5年(1993)4月7日

(71)出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72)発明者 福田 修史  
東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社  
名古屋製鐵所内  
(72)発明者 水野 博之  
東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社  
名古屋製鐵所内  
(72)発明者 麻生 敏光  
東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社  
名古屋製鐵所内  
(74)代理人 弁理士 茶野木 立夫 (外1名)  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 穴抜け性と延性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法

(57)【要約】

【目的】 特定組成の鋼スラブに特定条件下で熱間圧延、冷却、巻取りを順次施し、特定の組織とすることにより、穴抜け性と延性に優れた高強度熱延鋼板を安定して製造する。

【構成】 重量%で、C:0.01~0.08%、Si:0.30~1.50%、Mn:0.50~2.50%、P:0.03%以下、S:0.005%以下、残部Feおよび不可避的成分からなる鋼を、Ar<sub>3</sub>変態点以上で熱間圧延し、引き継ぎ20°C/sec以上の冷却速度で650~700°Cまで冷却し、該温度で2~15秒間空冷したのち、再度水冷して350~600°Cで巻取り、鋼組織をフェライトが90%以上、残ペーナイトとする。更に、Nb:0.010~0.040%、Ti:0.010~0.150%、Ca:0.0005~0.010%を1~2種類以上含有させてもよい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で

 $C = 0.01 \sim 0.08\%$  $Si = 0.30 \sim 1.50\%$  $Mn = 0.50 \sim 2.50\%$  $P \leq 0.03\%$  $S \leq 0.005\%$ 

残部Feおよび不可避的成分からなる鋼を、圧延終了温度をAr<sub>3</sub>変態点以上とする熱間圧延をし、引き続き20°C/sec以上の冷却速度で650～700°Cまで冷却し、該温度で2～15秒間空冷したのち、再度水冷して350～600°Cで巻取り、鋼組織をフェライトが90%以上、残ペーナイトとすることを特徴とする穴抜け性と延性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】  $Nb : 0.010 \sim 0.040\%$  $Ti : 0.010 \sim 0.150\%$ 

からなる強度改善元素のうち何れか1種または2種を含有する請求項1記載の製造方法。

【請求項3】  $Ca : 0.0005 \sim 0.0100\%$ を含有する請求項1記載の製造方法。

【請求項4】  $Nb : 0.010 \sim 0.040\%$  $Ti : 0.010 \sim 0.150\%$ 

からなる強度改善元素のうち何れか1種または2種、 $Ca : 0.0005 \sim 0.0100\%$ を含有する請求項1記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は主としてプレス加工される自動車足廻り部品等を対象とし、1.4～6.0mm程度の板厚で、590～780N/mm<sup>2</sup>の引張強度を有し、穴抜け性と延性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、自動車の燃費改善対策としての車体軽量化、部品の一体成形によるコストダウンのニーズが強まり、プレス加工性に優れた熱延高強度鋼板の開発が進められてきた。従来、加工用熱延鋼板としては、フェライト・マルテンサイト組織からなるDual Phase鋼板が知られている。Dual Phase鋼板は、軟質なフェライト相と硬質なマルテンサイト相の複合組織で構成されており、著しく硬度の異なる両相の界面からボイドが発生して割れを生じるため穴抜け性に劣る問題があり、足廻り部品等の高い穴抜け性が要求される用途には、不向きであった。

【0003】このため特開平4-88125号公報、特開平3-180426号公報にペーナイトを主体とした組織から構成される、穴抜け性の優れた熱延鋼板の製造方法が提案されている。しかしながら自動車のさらなる軽量化指向、部品の複雑化等を背景に上記技術では対応しきれない高度な加工性、さらなる高強度化が求められ、

ている。

【0004】また自動車の足廻り部品では絶えず繰り返し疲労を受けているため、鋼板の疲労特性の劣化が大きな問題となっている。従来の穴抜け性に優れた鋼板はペーナイト組織が主体であるため疲労特性に劣っており、穴抜け性と疲労特性の両立に着目した鋼板は見当らない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は強度590～780N/mm<sup>2</sup>クラスで、穴抜け比が590N/mm<sup>2</sup>クラスで2.1以上、780N/mm<sup>2</sup>クラスで1.8以上、伸びが590N/mm<sup>2</sup>クラスでE1≥26%、780N/mm<sup>2</sup>クラスでE1≥20%の鋼板を経済的に製造する方法を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は次の通りである。

(1) 重量%で  $C = 0.01 \sim 0.08\%$ 、 $Si = 0.30 \sim 1.50\%$ 、 $Mn = 0.50 \sim 2.50\%$ 、 $P \leq 0.03\%$ 、 $S \leq 0.005\%$ を含み、残部Feおよび不可避的成分からなる鋼を、圧延終了温度をAr<sub>3</sub>変態点以上とする熱間圧延をし、引き続き20°C/sec以上の冷却速度で650～700°Cまで冷却し、該温度で2～15秒間空冷したのち、再度水冷して350～600°Cで巻取り、鋼組織をフェライトが90%以上、残ペーナイトとすることを特徴とする穴抜け性と延性に優れた高強度熱延鋼板の製造方法。

【0007】(2)  $Nb : 0.010 \sim 0.040\%$ 、 $Ti : 0.010 \sim 0.150\%$ からなる強度改善元素のうち何れか1種または2種を含有する(1)記載の製造方法。

(3)  $Ca : 0.0005 \sim 0.0100\%$ を含有する(1)記載の製造方法。

(4)  $Nb : 0.010 \sim 0.040\%$ 、 $Ti : 0.010 \sim 0.150\%$ からなる強度改善元素のうち何れか1種または2種と $Ca : 0.0005 \sim 0.0100\%$ を含有する(1)記載の製造方法。

## 【0008】

【作用】以下に本発明の各構成要件の限定理由について説明する。 $C$ は強度確保のため少くとも0.01%は必要である。しかし0.08%を超えると穴抜け性に有害な炭化物(セメンタイトまたはパーライト)生成するので好ましくない。このため0.01～0.08%とした。

【0009】 $Si$ は穴抜けに有害な炭化物の生成を抑えポリゴナルフェライトの生成を促し、フェライト主体+ペーナイトの複合組織を得るために重要な元素である。また $Si$ は強度と延性を両立させる作用もある。このような組織を得ること、強度、延性を高めるために0.3%以上の添加が必要である。一方、上限は点溶接性、

経済性から1.5%とした。

【0010】Mnは強度を確保するのに必要な元素であり、最低0.50%の含有が必要である。また焼入れ性を高め、ベーナイト組織を得るためにも0.50%以上の含有が必要である。しかし多量に添加すると帶状の組織が生成しやすくなるため加工性が劣化する。また経済性、点溶接性を考慮し、上限は2.50%とした。Pは溶接性、加工性、2次加工性、韌性の劣化防止のため0.03%以下とした。

【0011】SはMnS等の非金属介在物を生成し、穴抜け性を劣化させてるので含有量は少い程好ましく、0.005%以下とした。Nb, Tiは炭窒化物形成元素であり、析出硬化により引張強度の増加に有効である。効果を有効に発揮させるためには、Nb, Tiともに少くとも0.01%の添加が必要である。しかしこれらの元素を過多に添加すると、析出強化が過度となり延性が劣化し、あるいは上記効果が飽和して経済的にも不利があるので、添加の上限をNbは0.040%、Tiは0.150%とする。これらの元素は単独で添加しても効果があり、また複合添加しても相乗的な効果を得ることができるので高強度を得るのに有効である。

【0012】Caは硫化物系介在物を形態制御し、穴抜け性向上に有用で少くとも0.0005%の添加が必要である。一方、多量の添加は逆に鋼の清浄度を悪化させて穴抜け性を損うので、上限を0.0100%とする。

【0013】仕上圧延終了温度はフェライトの生成を防ぎ穴抜け性を良好にするためAr<sub>3</sub>変態点以上とする必要がある。しかし余り高温になると組織の粗大化による延性の低下を生じるため950℃以下とすることがほしい。冷却速度は穴抜けに有害な炭化物形成を抑制し、高い穴抜け比を得るため20°C/sec以上が必要である。一方、上限は高い程好ましいが現状の圧延設備の場合、

可能な上限は150°C/sec程度である。

【0014】連続冷却の途中650~700°Cで2~15秒間の空冷は本発明において特に重要な点であり、これによって本発明の特徴であるフェライト主体の組織とすることができる。本発明者等が実験により知見したところでは、穴抜け性と延性の向上にはフェライト90%以上の占積率とすることが必要であり、そのためには上記温度で2~15秒の空冷が必要となる。即ち2秒未満ではフェライトが充分に生成できず、また15秒超になると穴抜けに有害なパーライトとセメンタイトが生成する。

【0015】巻取温度が350°C未満だと穴抜け性に有害な硬質のマルテンサイトが発生するため350°C以上とする。一方、上限は600°Cになると穴抜け性に有害なパーライト、セメンタイトが生成するため600°C以下とする。このように350~600°Cで巻取ると穴抜けに有害な組織の発生がなく、前述の650~700°Cでの空冷によって得たフェライト90%以上の組織のまま残りの10%以下を穴抜け性に害をなさないベーナイト組織と/orすることができ、これにより強度向上に寄与できる。

【0016】以上のような成分と熱延条件の組み合わせにより、フェライト占積率90%以上、ベーナイト占積率10%以下の混合組織とし、穴抜け性および延性に優れた熱延鋼板を得ることができる。

#### 【0017】

【実施例】表1に示す化学成分組成を有する鋼を転炉溶解して、連続鋳造にてスラブとし、表2に示す熱延条件で圧延・冷却し、板厚2.6~3.2mmの熱延鋼板を得た。

#### 【0018】

【表1】

(重量%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Ca	$A_{r3}$ (°C)	
A	0.05	0.70	2.20	0.017	0.003	—	—	—	753	本発明例
B	0.03	0.70	1.90	0.015	0.003	0.020	—	0.0025	782	本発明例
C	0.04	0.70	1.80	0.014	0.003	—	0.030	0.0020	783	本発明例
D	0.03	0.70	1.60	0.010	0.002	0.015	0.015	—	800	本発明例
E	0.06	0.60	2.40	0.015	0.003	—	—	0.0030	733	本発明例
F	0.05	0.10	1.90	0.016	0.003	0.020	—	0.0020	756	比較例
G	0.10	0.60	1.20	0.015	0.003	0.020	—	0.0020	788	比較例
H	0.05	0.90	2.00	0.018	0.003	0.030	0.080	—	771	本発明例
I	0.04	0.70	2.20	0.013	0.002	0.020	0.130	0.0025	758	本発明例
J	0.10	0.70	1.60	0.015	0.003	0.030	0.100	0.0020	766	比較例

但し、 $A_{r3} = 896 - 509(C\%) + 26.7(Si\%) - 63.5(Mn\%) + 229(P\%)$

No.	鋼 種 (℃)	加熱 温度 (℃)	仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (°C/sec)	空冷 時間 (sec)	始温 (℃)	空冷 温度 (℃)	卷取 温度 (℃)	組 織 (%)		引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	穴拡げ (d <sub>0</sub> / d)	備考
									フェライト ベーナイト (%)	ペーナイト (%)				
1	A	1230	850	40	670	4	500	90	10	610	29	2.20	本発明例	
2	B	1240	870	50	700	3	450	90	10	603	30	2.40	本発明例	
3	B	1220	840	30	650	4	540	95	5	596	32	2.25	本発明例	
4	B	1230	890	50	670	4	390	95	5	620	28	2.30	本発明例	
5	B	1220	900	70	580	0	420	60	40	692	22	2.10	比較例	
6	B	1240	870	60	650	2	300	70	B+M*	732	25	1.60	比較例	
7	C	1230	870	40	680	3	500	90	10	615	29	2.20	本発明例	
8	D	1220	860	30	650	4	450	90	10	608	29	2.22	本発明例	
9	E	1220	830	40	680	5	500	95	5	625	28	2.20	本発明例	
10	E	1220	900	80	570	0	450	60	40	724	18	2.08	比較例	
11	F	1240	870	50	670	3	420	80	20	654	24	1.90	比較例	
12	G	1230	870	50	680	4	450	65	35	621	25	1.75	比較例	
13	H	1240	890	40	670	3	450	90	10	803	23	1.85	本発明例	
14	H	1240	870	50	600	2	500	75	25	851	17	1.48	比較例	
15	I	1230	850	30	650	4	500	90	10	819	22	1.80	本発明例	
16	J	1220	880	40	670	4	480	60	40	805	18	1.40	比較例	

\* B+M=ペーナイト+マルテンサイト混合

【0020】このようにして得られた熱延鋼板について、JIS 5号片による引張試験、穴拡げ試験、組織観察を行った。尚、穴拡げ試験は径12mmの打抜き穴を60°円錐ポンチにて押し抜け、クラックが板厚を貫通した時点での穴径(d)と初期穴径(d<sub>0</sub>: 12mm)との比(d/d<sub>0</sub>)を併せて表2に示した。尚、鋼A～Gは引張強度590N/mm<sup>2</sup>クラス、鋼H～Jは引張強度780N/mm<sup>2</sup>クラスのものである。

【0021】しかして表2に示すようにNo. 1, 2,

3, 4, 7, 8, 9は引張強度590N/mm<sup>2</sup>クラスの本発明例であり、穴拡げ比2.20～2.40、伸び8～32%を示し、またNo. 13, 15は引張強度780N/mm<sup>2</sup>クラスの本発明例であり穴拡げ比1.80～1.85、伸び22～23%を示し、何れも良好な材質となっている。一方、本発明の条件を外れた比較例では伸び、穴拡げ値が不十分なレベルである。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば強度590N/mm<sup>2</sup>クラ

(6)

特開平6-293910

9

10

スで伸び $\geq 26\%$ 、 $d/d_{\infty} \geq 2.10$ 、強度 $780\text{N/mm}^2$ クラスで伸び $\geq 20$ 、 $d/d_{\infty} \geq 1.8$ という従来にない優れた強度一穴抜けバランスを有し、かつ、延\*

\* 性に優れた熱延高強度鋼板を経済的に供給できるようになったもので、産業上極めて有用なものである。

---

フロントページの続き

(72)発明者 山崎 一正

東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社  
名古屋製鐵所内